

## Static mixer

Publication number: DE3611589

Publication date: 1987-10-08

Inventor: RIESS SIEGFRIED DIPL ING (DE); COURA HERBERT  
DIPL ING (DE)

Applicant: TUCHENHAGEN OTTO GMBH (DE)

Classification:

- international: **B01F5/04; B01F5/04**; (IPC1-7): B01F5/04

- european: B01F5/04C13

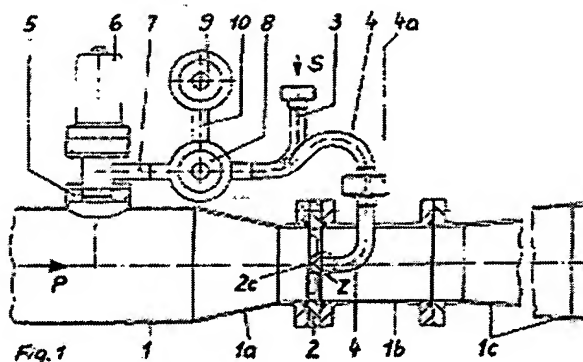
Application number: DE19863611589 19860407

Priority number(s): DE19863611589 19860407

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE3611589

The invention relates to a static mixer for liquid and/or gaseous flow media in a tube through which the flow media flow in the same direction, which tube has an injection apparatus by which flow medium can be injected into the process stream of the mixer. A static mixer of this type ensures that, with the smallest possible amount of internals, nevertheless a high contacting efficiency is achievable, that dead spaces are avoided and the mixer can be cleaned in continuous flow, and that pressure drops downstream of the injection site do not lead to release of the gas already dissolved. This is achieved, inter alia, by the injection apparatus (3, 8, 4, 2c) opening out in the narrowest cross-section of a venturi-tube-shaped pipe section (1a, 1b, 1c) of the mixer, and by the flow medium injected being conducted via at least one annular gap (11) principally in cross-flow to the process stream of the mixer (Figure 1).



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 36 11 589.4  
②2 Anmeldetag: 7. 4. 86  
④3 Offenlegungstag: 8. 10. 87

Einheitsurkunde

DE 3611589 A1

⑦1 Anmelder:  
Otto Tuchenhagen GmbH & Co KG, 2059 Büchen, DE

⑦2 Erfinder:  
Rieß, Siegfried, Dipl.-Ing., 2059 Güster, DE; Coura,  
Herbert, Dipl.-Ing., 2059 Büchen, DE

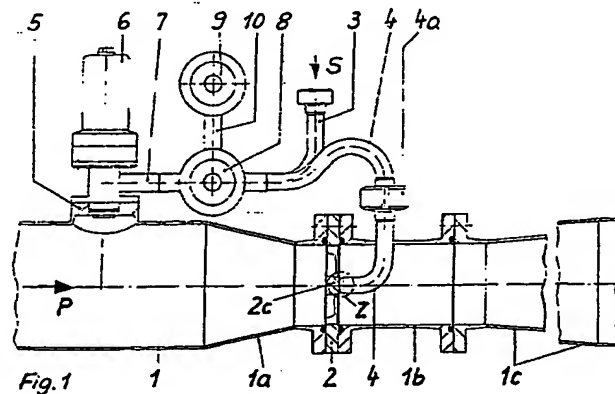
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Statische Mischvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine statische Mischvorrichtung für flüssige und/oder gasförmige Strömungsmittel in einem von den Strömungsmitteln in gleicher Richtung durchströmten Rohr, das eine Injektionsvorrichtung aufweist, mit der Strömungsmittel in den Prozeßstrom der Mischvorrichtung injiziert werden kann.

Eine derartige statische Mischvorrichtung stellt sicher, daß mit möglichst wenig Einbauten dennoch ein hoher Kontaktwirkungsgrad erreichbar ist, daß Toträume vermieden werden, und die Mischvorrichtung im Durchfluß reinigbar ist, und daß Druckverluste hinter der Injektionsstelle zu keiner Entbindung des bereits gelösten Gases führen.

Dieses wird unter anderem dadurch erreicht, daß die Injektionsvorrichtung (3, 8, 4, 2c) im engsten Querschnitt eines venturiröhrartig ausgebildeten Rohrleitungsabschnittes (1a, 1b, 1c) der Mischvorrichtung ausmündet, und daß das injizierte Strömungsmittel über wenigstens einen Ringspalt (11) hauptsächlich im Kreuzstrom zum Prozeßstrom der Mischvorrichtung geführt wird (Figur 1).



DE 3611589 A1

1. Statische Mischvorrichtung für flüssige und/oder gasförmige Strömungsmittel in einem von den Strömungsmitteln in gleicher Richtung durchströmten Rohr, das eine Injektionsvorrichtung aufweist, mit der Strömungsmittel in den Prozeßstrom der Mischvorrichtung injiziert werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektionsvorrichtung (3, 8, 4, 2c) im engsten Querschnitt eines venturirohrartig ausgebildeten Rohrleitungsabschnittes (1a, 1b, 1c) der Mischvorrichtung ausmündet, und daß das injizierte Strömungsmittel über wenigstens einen Ringspalt (11) hauptsächlich im Kreuzstrom zum Prozeßstrom der Mischvorrichtung geführt wird.
2. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringspalt (11) von einer im Zentrum eines Mischrohres (1b) und senkrecht zu dessen Symmetrieachse angeordneten Stauscheibe (2c) und dem stirnseitigen Ende (4c) einer Injektionsleitung (4) gebildet, und daß die Stauscheibe an ihrem Umfang von einer Scherkannte (2d) begrenzt wird.
3. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringspalt (11) eine Spaltbreite zwischen 0,5 und 1,0 mm aufweist.
4. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Stauscheibe (2c) in Bezug auf das stirnseitige Ende (4c) prozeßstromauf- oder prozeßstromabwärts angeordnet ist.
5. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in unmittelbarer Nähe des Ringspaltes (11) ein Mischelement (2) angeordnet ist, das eine den Innenabmessungen des Mischrohres (1b) entsprechende Öffnung (2a) aufweist, in der Verwirbelungsstege (2b) mit Ablösungskanten (2e) vorgesehen sind.
6. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verwirbelungsstege (2b) mit der Stauscheibe (2c) verbunden sind.
7. Statische Mischvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß für verschiedene große Öffnungen (2a) des Mischelementes (2) das Verhältnis der in Prozeßströmungsrichtung projizierten Flächen der Verwirbelungsstege (2b) und der Querschnittsflächen der Durchtrittsöffnungen (2f) annähernd konstant ist.
8. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 5—7, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischelement (2) austauschbar in die Mischvorrichtung integriert ist.
9. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 1—8, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischrohr (1b) in Verbindung mit der Injektionsleitung (4) austauschbar in die Mischvorrichtung integriert ist.
10. Statische Mischvorrichtung nach einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß die Injektionsleitung (4) über ein Injektionsventil (8) wahlweise entweder mit einer Zuführungsleitung (3) für das zu injizierende Strömungsmittel oder mit der der Mischvorrichtung vorgeordneten Rohrleitung (1) über eine durch ein Bypass-Ventil (6) schaltbare Bypass-Leitung (7) verbindbar ist.

Die Erfindung betrifft eine statische Mischvorrichtung für flüssige und/oder gasförmige Strömungsmittel in einem von den Strömungsmitteln in gleicher Richtung durchströmten Rohr, das eine Injektionsvorrichtung aufweist, mit der Strömungsmittel in den Prozeßstrom der Mischvorrichtung injiziert werden kann.

Es ist allgemein üblich, Gase oder andere Strömungsmittel in den Prozeßstrom einer statischen Mischvorrichtung einzuführen, um das Gas oder andere Strömungsmittel mit den Materialien in der Mischvorrichtung in Kontakt zu bringen, die mit einer Flüssigkeit in einem Prozeßstrom in Längsrichtung der Mischvorrichtung bewegt werden.

Ein typisches Beispiel, bei dem diese Praxis verwendet wird, ist die Bewegung von Bierwürze mit Sterilluft.

Um einen guten Kontakt zwischen dem Inhalt der Mischvorrichtung (beispielsweise Bierwürze) und dem Gas (beispielsweise Sterilluft) zu erhalten, ist es erwünscht, daß das Gas viele kleine Bläschen bildet, so daß es eine große Oberfläche erhält, um einen effektiven Kontakt mit dem Lösungsmittel (Bierwürze) herzustellen.

Bei den heute bekannten Verfahren zur Würzebelüftung wird die Sterilluft zumeist über Sinterkerzen aus Metall, Glas oder Keramik in die Würze eingeblasen. Die dabei entstehenden Gasblasen sind relativ groß, wobei zusätzlich nach ihrer Entstehung eine Expansion im Prozeßstrom erfolgt, so daß große Blasen gebildet werden, die koalieren, das heißt zusammenwachsen oder sich zu einem Ganzen vereinigen, ehe ausreichender Kontakt mit dem Inhalt der Mischvorrichtung hergestellt ist. Das resultiert in einer Herabsetzung des Kontaktwirkungsgrades des Gases (Sterilluft) mit der Flüssigkeit (Bierwürze) oder dem Material in der statischen Mischvorrichtung. Dieses unerwünschte Resultat ergibt sich, wenn sich eine Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt ergibt, in dem das Gas in den Prozeßstrom eintritt und dem Zeitpunkt, in dem es Kontakt mit dem Inhalt der Mischvorrichtung erhält.

Die Brautechnologie fordert heute als weiteren bestimmbaren Parameter für einen exakten und reproduzierbaren Gärverlauf die genau definierte Menge an gelöstem Sauerstoff je Volumeneinheit Bierwürze. Neben der eindeutig bestimmbaren Zahl von Hefezellen, die in der Bierwürze suspendiert sind, ist die Löslichkeit von Luftsauerstoff bzw. die Löslichkeit eines Gases schlechthin von der Temperatur und dem Druck des Lösungsmittels abhängig. Der Löslichkeitskoeffizient eines Gases nimmt mit steigender Temperatur ab und mit steigendem Druck zu. Diese Parameter sind in der Regel verfahrenstechnisch ohne weiteres beherrschbar. Für die Lösungsgeschwindigkeit demgegenüber ist die Anzahl und damit die Oberfläche der Gasblasen, die aus der injizierten Gasmenge entsteht, von entscheidender Bedeutung. Je kleiner die Blasen, desto größer ist die wirksame, den Stoffaustausch zwischen Gas und Flüssigkeit bestimmende, Oberfläche des injizierten Gases.

Halbiert sich beispielsweise bei gleichem Gasvolumen der Durchmesser der Gasblasen, so verdoppelt sich die Oberfläche des Blasenschwarmes.

Wie vorstehend bereits erwähnt, ist der Kontaktwirkungsgrad zwischen zu lösendem Gas und Lösungsmittel eine Zeit- und Kontaktfrage. So wurde beispielsweise eine Vorrichtung zum Mischen von gasförmigen und/oder flüssigen Medien in einem von den Medien in gleicher Richtung durchströmten Rohr vorgeschlagen (DE-

PS 24 30 487), das eine Öffnung aufweisende Mischscheibe enthält, an deren etwa dem Rohrendurchmesser entsprechendem Umfang in Strömungsrichtung verlaufende, jedoch gegen diese geneigte Flächen angeordnet sind, wobei die geneigten Flächen Spiralnuten zwischen dem Rohrendurchmesser entsprechenden Umfang und der Öffnung, die als zentrale Mittelloffnung ausgebildet ist, sind.

Ein Ausführungsbeispiel der bekannten Vorrichtung zeigt in Fig. 1 eine Rohrleitungsstrecke 6, in die ein Medium 8 mittels einer Pumpe 4 über eine Einspeisestelle 3 eingeführt wird. Der Abstand zwischen der Einspeisestelle 3 und der ersten Mischscheibe 5 beträgt in diesem Ausführungsbeispiel das Sechsfache des Rohrdurchmessers der Rohrleitungsstrecke 6 und sollte allgemein mindestens das Vielfache des Rohrdurchmessers der durchströmten Leitung sein. Eine derartige Dimensionierung ergibt zwangsläufig eine Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt, in dem das Gas in den Prozeßstrom eintritt und dem Zeitpunkt, in dem es intensiven Kontakt über die Mischscheibe 5 mit dem Inhalt der Mischvorrichtung erhält. Dadurch können die Gasblasen koalieren oder sich zu einem Ganzen vereinigen, ehe ausreichender Kontakt mit dem Mischereinhalt hergestellt ist. Eine Herabsetzung des Kontaktwirkungsgrades des Gases mit der Flüssigkeit ist die zwangsläufige Folge.

Eine andere bekanntgewordene statische Mischvorrichtung (DE-OS 29 07 981) mit wenigstens zwei Mischelementen vermeidet diesen vorstehend geschilderten Nachteil, indem das erste Mischelement eine Strömungsmittel-Injektionsvorrichtung aufweist, mit der Strömungsmittel in den Prozeßstrom des Mischgerätes im Bereich der obersten und der untersten Oberflächen des ersten Mischelementes injiziert werden kann.

Aber auch diese bekannte Vorrichtung ist nicht ohne Nachteile und ist insbesondere beim Einsatz in nahrungsmitteltechnologischen Prozeßanlagen bedenklich. Durch die relativ großen Oberflächen der Mischblätter der Mischelemente ergibt sich zum einen ein relativ großer Druckverlust, zum anderen sind diese inneren Oberflächen nicht ohne weiteres im Durchfluß einwandfrei reinigbar, da die Mischblätter in Verbindung mit dem sie aufnehmenden Mischrohr unzureichend durchströmbare Toträume bilden. Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, daß die Injektionspforte mit einer Vielzahl von kleinen Öffnungen, über die das zu injizierende Strömungsmittel herangeführt wird, durch den Prozeßstrom verschmutzt, ohne daß eine einwandfreie Reinigung sichergestellt werden kann.

Mit einem weiteren Nachteil, insbesondere bei Begasungsvorgängen, die an der Sättigungsgrenze des Lösungsmittels ablaufen, muß bei der bekannten statischen Mischvorrichtung gerechnet werden. Da sich hinter der Injektionsstelle Einbauten befinden, die der Intensivierung des Kontaktes zwischen Gas und Flüssigkeit dienen und damit druckverlustbehaftet sind, ist damit zu rechnen, daß wenigstens ein Teil des im Lösungsmittel gebundenen Gases hinter der Injektionsstelle bereits wieder infolge Druckabsenkung entbindet. Eine derartige, durch den Druckverlust der Mischvorrichtung bedingte, Entbindung des gelösten Gases (Luftsauerstoff) aus dem Lösungsmittel (Bierwürze) ist in jedem Falle zu verhindern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine statische Mischvorrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, die möglichst wenig Einbauten aufweist aber dennoch mit hohem Kontaktwirkungsgrad arbeitet, die

Toträume vermeidet und im Durchfluß reinigbar ist, und in der Druckverluste hinter der Injektionsstelle zu keiner Entbindung des bereits gelösten Gases führen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Kennzeichen des Hauptanspruchs gelöst.

Durch die Anordnung der Injektionsvorrichtung im engsten Querschnitt eines venturirohrförmig ausgebildeten Rohrleitungsabschnittes der Mischvorrichtung wird das zu injizierende Strömungsmittel in einen Bereich des Prozeßstromes eingebracht, der einen gegenüber der vorgeordneten Rohrströmung erhöhten Turbulenzgrad aufweist. Die Turbulenz der Strömung, die Voraussetzung für eine innige Vermischung zwischen Gas und Flüssigkeit ist, läßt sich durch die sogenannte Reynoldszahl beschreiben. Durch die Einschnürung der Rohrleitung im Bereich der Mischvorrichtung wird die Reynoldszahl im engsten Querschnitt gegenüber dem vorgeordneten Rohrleitungsquerschnitt im Verhältnis der jeweils zugeordneten Durchmesser erhöht. Dieser wünschenswerte Effekt ist praktisch ohne Druckverlust und ohne reinigungsproblematische Einbauteile erreichbar. Der der Injektionsvorrichtung nachgeordnete Mischdiffusor sorgt gegenüber der Injektionsstelle für eine Druckerhöhung im Lösungsmittel, so daß von einer sogenannten Druckimprägnierung des gelösten Gases im Lösungsmittel gesprochen werden kann. Da wie vorstehend erläutert, die Löslichkeit eines Gases druckabhängig ist, wird durch diese sogenannte Druckimprägnierung einem teilweisen Entbinden des gelösten Gases infolge Druckverlust innerhalb der Mischvorrichtung vorgebeugt. Das hauptsächlich im Kreuzstrom zum Prozeßstrom der Mischvorrichtung über einen Ringspalt geführte, injizierte Strömungsmittel wird hinter seiner Austrittsstelle durch den Prozeßstrom quasi fein zerteilt, so daß ein ausreichender Kontakt mit letzterem — nicht zuletzt durch dessen hohe Turbulenz — hergestellt ist.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, wenn der Ringspalt eine Spaltbreite zwischen 0,5 und 1,0 mm aufweist. Darüber hinaus werden besonders kleine Gasblasen erzeugt, wenn der Ringspalt einerseits von einer Stauscheibe und andererseits von dem stirnseitigen Ende einer Injektionsleitung gebildet, und wenn die Stauscheibe an ihrem Umfang von einer Scherkante begrenzt wird. Der an der Scherkante vorbeiströmende Prozeßstrom zerteilt den im Kreuzstrom zu diesem durch den Ringspalt geführten Gasstrom (Sterilluft) in sehr kleine Gasblasen, die sofort von der Scherkante fortgetragen und durch die Turbulenz des Prozeßstromes mit diesem vermischt werden, und die somit keine Gelegenheit erhalten, mit den zeitlich nachfolgend entstehenden Gasblasen zu koalieren oder sich zu einem Ganzen zu vereinigen.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich teilweise aus der Zeichnung und teilweise aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 einen Meridianschnitt durch die statische Mischvorrichtung gemäß der Erfindung;

Fig. 1a den in Fig. 1 als Einzelheit "Z" gekennzeichneten Injektionsbereich gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine Ansicht einer vorteilhaften Ausführungsform des Mischelementes gemäß der Erfindung;

Fig. 2a einen Mittelschnitt durch das Mischelement gemäß Fig. 2 und

Fig. 2b einen weiteren Schnitt durch das Mischelement gemäß der Erfindung, wie er in Fig. 2 mit dem Schnittverlauf A-B gekennzeichnet ist.

Ein Prozeßstrom *P* (Fig. 1) wird in einer Rohrleitung 1 geführt. Letztere mündet in einen Rohrleitungsabschnitt einer statischen Mischvorrichtung, die venturirohrartig ausgebildet ist und aus einer Düse 1a, einem im wesentlichen zylindrischen Mischrohr 1b und einem nachgeordneten Mischdiffusor 1c besteht. Zwischen der Düse 1a und dem Mischrohr 1b ist ein scheibenförmig ausgebildetes Mischelement 2 angeordnet, das eine den Innenabmessungen des Mischrohrs 1b entsprechende Öffnung 2a aufweist, in der Verwirbelungsstege 2b mit Ablösungskanten 2e vorgesehen sind (siehe auch Fig. 2). Im Zentrum des Mischelementes 2 und damit des Mischrohrs 1b und senkrecht zu dessen Symmetrieachse ist eine Stauscheibe 2c angeordnet, die mit dem stirnseitigen Ende 4c (siehe Fig. 1a) einer Injektionsleitung 4 einen Ringspalt 11 bildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das stirnseitige Ende 4c als Ringschneide ausgeführt. Annähernd durchmessergleich wie der Außendurchmesser der Injektionsleitung 4 oder geringfügig größer wird die Stauscheibe 2c an ihrem Umfang von einer Scherkante 2d begrenzt. Die Injektionsleitung 4 ist aus der Wandung des Mischrohrs 1b herausgeführt und mit einem Injektionsventil 8 verbunden. Zwecks Demontage des Mischrohrs 1b ist in der Injektionsleitung 4 ein Kupplungsstück 4a vorgesehen. Die Injektionsleitung 4 kann über das Injektionsventil 8 wahlweise entweder mit einer Zuführungsleitung 3 für das zu injizierende Strömungsmittel *S* oder mit der der Mischvorrichtung vorgeordneten Rohrleitung 1 über eine durch ein Bypass-Ventil 6 schaltbare Bypass-Leitung 7 verbunden werden.

Das Bypass-Ventil 6 ist über einen Abzweigstutzen 5 unmittelbar an der Rohrleitung 1 angeordnet. Eine Verbindungsleitung 10 stellt eine über das Injektionsventil 8 schaltbare Verbindung zwischen der Injektionsleitung 4 und einem Dampfauslaß-Ventil 9 her.

In den Fig. 2, 2a und 2b ist eine vorteilhafte Ausgestaltung des Mischelementes 2 dargestellt. Man erkennt, daß in diesem Falle vier Verwirbelungsstege 2b radial nach innen geführt und mit der Stauscheibe 2c verbunden sind. Die Verwirbelungsstege 2b besitzen jeweils zwei Ablösungskanten 2e, an denen das vorbeiströmende Prozeßmedium abgelöst und verwirbelt wird. Zwischen den Verwirbelungsstegen 2b und der Wandung der Öffnung 2a des Mischelementes 2 werden Durchtrittsöffnungen 2f gebildet.

Für verschieden große Öffnungen 2a des Mischelementes 2 (unterschiedliche Nennweiten der statischen Mischvorrichtung) ist nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung das Verhältnis der in Prozeßströmungsrichtung projizierten Flächen der Verwirbelungsstege 2b und der Querschnittsflächen der Durchtrittsöffnungen 2f annähernd konstant.

Optimale Zerteilungsbedingungen für den injizierten Gasstrom ergeben sich für eine Spaltbreite des Ringspaltes 11 zwischen 0,5 und 1,0 mm. Qualität und Quantität der über den Ringspalt 11 an der Scherkante 2d der Stauscheibe 2c gebildeten Gasblasen sind unabhängig davon, ob die Stauscheibe 2c in Bezug auf das stirnseitige Ende 4c prozeßstromauf- oder prozeßstromabwärts angeordnet ist.

Die Turbulenz des Prozeßstromes wird nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung dadurch erhöht, daß das Mischelement 2 mit seinen Verwirbelungsstegen 2b in unmittelbarer Nähe des Ring-

spaltes 11 angeordnet ist.

Weitere Vorteile ergeben sich nach einer anderen Ausgestaltung der statischen Mischvorrichtung dadurch, daß jeweils das Mischelement 2 und das Mischrohr 1b in Verbindung mit der Injektionsleitung 4 austauschbar in die Mischvorrichtung integriert sind.

Die statische Mischvorrichtung gemäß der Erfindung ist auf einfache Weise im Durchfluß reinigbar. Hierzu wird, sobald Reinigungsflüssigkeit in der Rohrleitung 1 ansetzt, das Bypass-Ventil 6 geöffnet, so daß Reinigungsflüssigkeit über die Bypass-Leitung 7 und das Injektionsventil 8 in die Injektionsleitung 4 und damit über den Ringspalt 11 in das Mischrohr 1b austreten kann. Auf diesem Wege werden sämtliche mit dem Injektionsmittel oder mit dem Prozeßstrom in Berührung gekommenen Flächen der statischen Mischvorrichtung gereinigt. Die Zuführungsleitung 3 für das zu injizierende Strömungsmittel, die mit ihren vorgeschalteten Rohrleitungsbereichen in der Regel nicht mit dem Reinigungsmittel in Berührung kommen darf, wird beispielsweise dadurch gereinigt und sterilisiert, daß über diese Leitung Dampf herangeführt wird, und die infrage kommenden Oberflächen gedämpft werden. Der Dampf strömt über das Injektionsventil 8 und die Verbindungsleitung 10 zum Dampfauslaßventil 9, um dort in geeigneter Weise abgeführt zu werden.

Fig. 2b einen weiteren Schnitt durch das Mischelement gemäß der Erfindung, wie er in Fig. 2 mit dem Schnittverlauf A-B gekennzeichnet ist.

Ein Prozeßstrom *P* (Fig. 1) wird in einer Rohrleitung 1 geführt. Letztere mündet in einen Rohrleitungsabschnitt einer statischen Mischvorrichtung, die venturirohrartig ausgebildet ist und aus einer Düse 1a, einem im wesentlichen zylindrischen Mischrohr 1b und einem nachgeordneten Mischdiffusor 1c besteht. Zwischen der Düse 1a und dem Mischrohr 1b ist ein scheibenförmig ausgebildetes Mischelement 2 angeordnet, das eine den Innenabmessungen des Mischrohrs 1b entsprechende Öffnung 2a aufweist, in der Verwirbelungsstege 2b mit Ablösungskanten 2e vorgesehen sind (siehe auch Fig. 2). Im Zentrum des Mischelementes 2 und damit des Mischrohrs 1b und senkrecht zu dessen Symmetrieachse ist eine Stauscheibe 2c angeordnet, die mit dem stirnseitigen Ende 4c (siehe Fig. 1a) einer Injektionsleitung 4 einen Ringspalt 11 bildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das stirnseitige Ende 4c als Ringschneide ausgeführt. Annähernd durchmessergleich wie der Außendurchmesser der Injektionsleitung 4 oder geringfügig größer wird die Stauscheibe 2c an ihrem Umfang von einer Scherkante 2d begrenzt. Die Injektionsleitung 4 ist aus der Wandung des Mischrohrs 1b herausgeführt und mit einem Injektionsventil 8 verbunden. Zwecks Demontage des Mischrohrs 1b ist in der Injektionsleitung 4 ein Kupplungsstück 4a vorgesehen. Die Injektionsleitung 4 kann über das Injektionsventil 8 wahlweise entweder mit einer Zuführungsleitung 3 für das zu injizierende Strömungsmittel 5 oder mit der der Mischvorrichtung vorgeordneten Rohrleitung 1 über eine durch ein Bypaß-Ventil 6 schaltbare Bypaß-Leitung 7 verbunden werden.

Das Bypaß-Ventil 6 ist über einen Abzweigstutzen 5 unmittelbar an der Rohrleitung 1 angeordnet. Eine Verbindungsleitung 10 stellt eine über das Injektionsventil 8 schaltbare Verbindung zwischen der Injektionsleitung 4 und einem Dampfauslaß-Ventil 9 her.

In den Fig. 2, 2a und 2b ist eine vorteilhafte Ausgestaltung des Mischelementes 2 dargestellt. Man erkennt, daß in diesem Falle vier Verwirbelungsstege 2b radial nach innen geführt und mit der Stauscheibe 2c verbunden sind. Die Verwirbelungsstege 2b besitzen jeweils zwei Ablösungskanten 2e, an denen das vorbeiströmende Prozeßmedium abgelöst und verwirbelt wird. Zwischen den Verwirbelungsstegen 2b und der Wandung der Öffnung 2a des Mischelementes 2 werden Durchtrittsöffnungen 2f gebildet.

Für verschieden große Öffnungen 2a des Mischelementes 2 (unterschiedliche Nennweiten der statischen Mischvorrichtung) ist nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung das Verhältnis der in Prozeßströmungsrichtung projizierten Flächen der Verwirbelungsstege 2b und der Querschnittsflächen der Durchtrittsöffnungen 2f annähernd konstant.

Optimale Zerteilungsbedingungen für den injizierten Gasstrom ergeben sich für eine Spaltbreite des Ringspaltes 11 zwischen 0,5 und 1,0 mm. Qualität und Quantität der über den Ringspalt 11 an der Scherkante 2d der Stauscheibe 2c gebildeten Gasblasen sind unabhängig davon, ob die Stauscheibe 2c in Bezug auf das stirnseitige Ende 4c prozeßstromauf- oder prozeßstromabwärts angeordnet ist.

Die Turbulenz des Prozeßstromes wird nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung dadurch erhöht, daß das Mischelement 2 mit seinen Verwirbelungsstegen 2b in unmittelbarer Nähe des Ring-

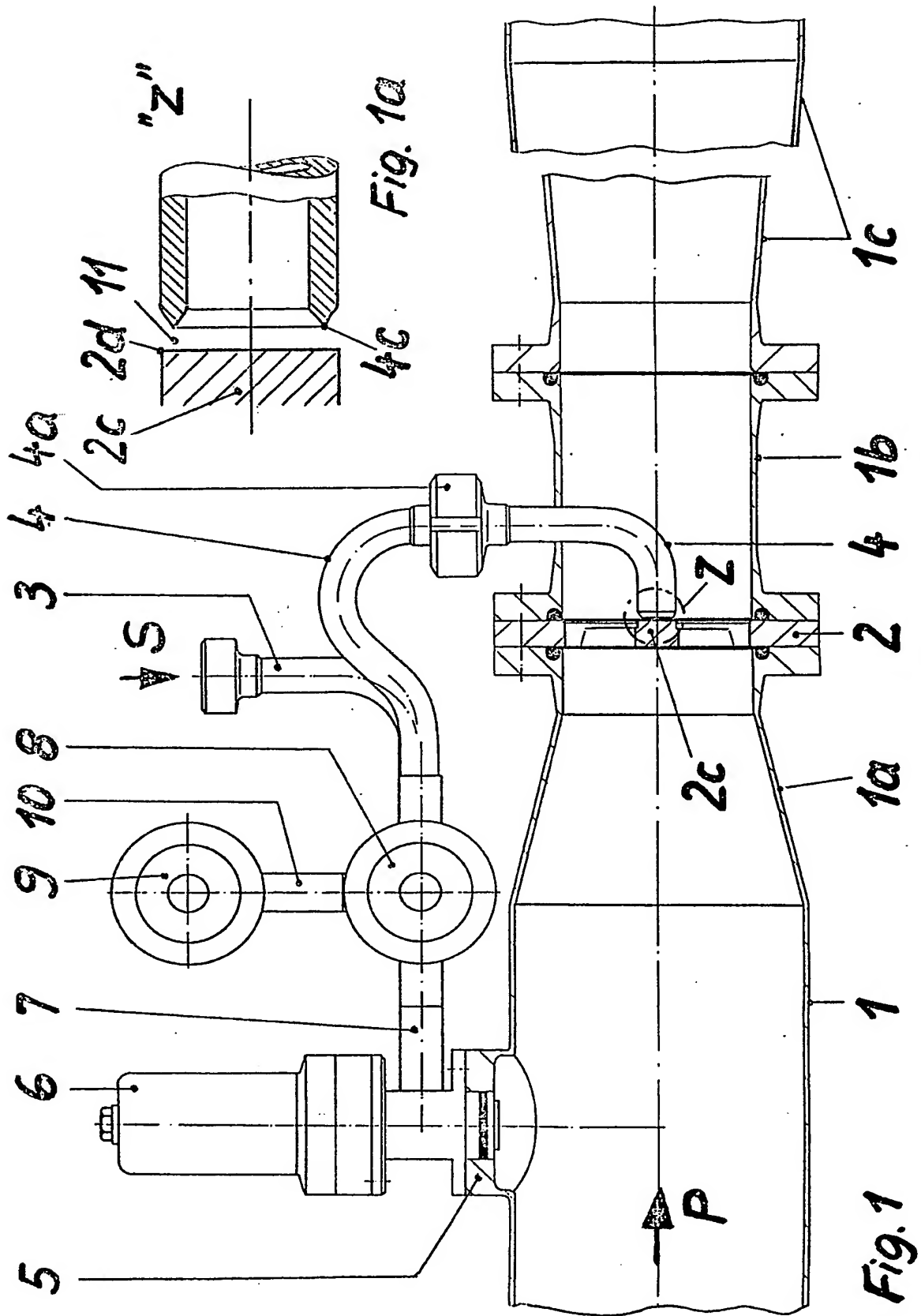
spaltes 11 angeordnet ist.

Weitere Vorteile ergeben sich nach einer anderen Ausgestaltung der statischen Mischvorrichtung dadurch, daß jeweils das Mischelement 2 und das Mischrohr 1b in Verbindung mit der Injektionsleitung 4 austauschbar in die Mischvorrichtung integriert sind.

Die statische Mischvorrichtung gemäß der Erfindung ist auf einfache Weise im Durchfluß reinigbar. Hierzu wird, sobald Reinigungsflüssigkeit in der Rohrleitung 1 ansteht, das Bypaß-Ventil 6 geöffnet, so daß Reinigungsflüssigkeit über die Bypaß-Leitung 7 und das Injektionsventil 8 in die Injektionsleitung 4 und damit über den Ringspalt 11 in das Mischrohr 1b austreten kann. Auf diesem Wege werden sämtliche mit dem Injektionsmittel oder mit dem Prozeßstrom in Berührung gekommenen Flächen der statischen Mischvorrichtung gereinigt. Die Zuführungsleitung 3 für das zu injizierende Strömungsmittel, die mit ihren vorgeschalteten Rohrleitungsbereichen in der Regel nicht mit dem Reinigungsmittel in Berührung kommen darf, wird beispielsweise dadurch gereinigt und sterilisiert, daß über diese Leitung Dampf herangeführt wird, und die infrage kommenden Oberflächen gedämpft werden. Der Dampf strömt über das Injektionsventil 8 und die Verbindungsleitung 10 zum Dampfauslaßventil 9, um dort in geeigneter Weise abgeführt zu werden.

3611589

Nummer: 36 11 589  
 Int. Cl. 4: B 01 F 5/04  
 Anmeldetag: 7. April 1986  
 Offenlegungstag: 8. Oktober 1987



708 841/384

BEST AVAILABLE COPY

